

# INCREASING CALCIUM CARBONATE ( $\text{CaCO}_3$ ) TO GROWTH AND SURVIVAL RATE VANNAMEI SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*)

By

Unggul Fitrah Heriadi <sup>1)</sup>, Mulyadi <sup>2)</sup>, Iskandar <sup>2)</sup>  
Aquaculture Technology Laboratory  
Faculty of Fisheries and Marine Sciences  
University of Riau

## ABSTRACT

This research was conducted in March 2016 - April 2016 for 21 days at the National Broodstock Center For Shrimp and Mollusk Karangasem Bali. The purpose of this study to determine the effect of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) on the growth and survival rate vanamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Vanamei shrimp size PL25 were used in the research. The container used fiber tub with capacity 250 liters and the volume of water used is 100 liters. The treatment is giving of calcium carbonate 20 mg, 35mg, 50mg, 65mg and 80mg and added the control treatment. This research uses a completely randomized design (CRD), level 6 treatments and 3 replications. The results showed that the best treatment contained in P4 with the addition of calcium carbonate as much the amount of shrimp molting 408 times. the absolute length of 2.26 cm in the growth of absolute weight of 1.47 grams, daily growth rate of 2.29% and 87.7% survival rate as 65 mg/L,

**Keywords:** *Calcium Carbonate, Vannamei shrimp, moulting, survival rate*

---

1. Student of Faculty Fisheries and Marine science University of Riau

2. Lecturer of Faculty Fisheries and Marine science University of Riau

## PENDAHULUAN

Kegiatan budidaya udang di Indonesia dengan komoditas utama yaitu udang windu (*Penaeus monodon*), berkembang sangat pesat dengan menerapkan sistem budidaya secara intensif dan telah menghasilkan devisa negara yang cukup besar. Budidaya udang windu mengalami berbagai kasus kematian sejak tahun 1990-an, baik akibat dari kondisi lingkungan yang kurang mendukung maupun adanya serangan penyakit seperti bakteri dan virus (Tenriulo *et al.*, 2010). Kondisi tersebut membuat banyak petambak mulai beralih

ke budidaya udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*)

Produksi udang nasional sebagian besar merupakan udang vanamei yang mencapai 85%. Kementerian Kelautan dan Perikanan memperkirakan kebutuhan udang vanamei di Amerika Serikat sebesar 560.000 - 570.000 ton/tahun, Jepang sebanyak 420.000 ton/tahun dan Uni Eropa sekitar 230.000-240.000 ton/tahun. Dijelaskan oleh Direktorat Jendral Perikanan Budidaya pada tahun 2013, Indonesia baru memproduksi udang vanamei sebesar 500.000 ton/tahun. Hasil

tersebut belum mencukupi semua kebutuhan pasar dunia, maka pada tahun 2014 target produksi udang vanamei ditingkatkan menjadi 699.000 ton/tahun agar dapat memenuhi kebutuhan pasar dunia (Argina, 2013).

Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan udang asli perairan Amerika Latin. Udang ini dibudidayakan mulai dari pantai barat Meksiko ke arah selatan hingga daerah Peru. Beberapa petambak di Indonesia mulai mencoba membudidayakan udang vanamei, karena hasil yang dicapai sangat luar biasa. Apalagi produksi udang windu yang saat ini sedang mengalami penurunan karena serangan penyakit, terutama penyakit bercak putih (*white spot syndrome virus*) (Haliman dan Adijaya 2005).

Udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu produk perikanan yang penting saat ini. Sejak agro industri udang windu di Indonesia mengalami penurunan, pengembangan udang vanamei merupakan alternatif budidaya yang cocok dilakukan. Beberapa keunggulan udang vanamei yaitu pertumbuhan cepat, hidup pada kolom perairan sehingga dapat ditebar dengan densitas tinggi, lebih resisten terhadap kondisi lingkungan dan penyakit, dan paling digemari di pasar Internasional (Valesco dalam Kaligis, 2009).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan udang vanamei beberapa diantaranya adalah kualitas benih, jenis pakan, kualitas air, penyakit dan keberhasilan proses *moulting* atau pergantian kulit lama menjadi kulit yang baru. Peran *moulting* sangat penting dalam pertumbuhan udang vanamei, karena udang hanya bisa tumbuh melalui *moulting* (Ahvenharju, 2007).

Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan udang vanamei yaitu kandungan kalsium pada lingkungan. Keberadaan kalsium pada lingkungan akan mempengaruhi pertumbuhan karena kalsium pada lingkungan akan mempercepat terjadinya *moulting*. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan dan kelulushidupan udang vanamei yaitu salinitas. Akhir-akhir ini telah berkembang metode aklimasi pemeliharaan udang vanamei ke salinitas rendah. Namun tingkat kelulushidupan dan pertumbuhan udang vanamei pada salinitas rendah masih belum optimum. Udang vanamei bersifat *euryhalin* yaitu dapat bertahan dalam salinitas yang luas sehingga dapat di daerah pantai yang salinitasnya 1-40 ppt (Bray *et al*, 1994).

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 19 Maret 2016 – 8 April 2016 yang bertempat di Balai Produksi Induk Udang Unggul dan Kekerangan (BPIU2K) Karangasem Provinsi Bali.

Penelitian ini menggunakan 18 buah bak fiber dengan kapasitas 250L sebagai wadah penelitian yang diisi air 100L dengan salinitas 15 ppt pada setiap wadah, udang Vanamei (*Litopenaeus vannamei*) yang digunakan pada penelitian ini adalah PL25. Padat tebar pada masing-masing wadah adalah 100 ekor/bak. Pakan yang digunakan adalah pakan buatan dengan frekuensi pemberian pakan 5 kali dalam sehari yaitu pada pukul 06:00, 10:00, 14:00, 18:00 dan 22:00 WITA. dan jumlah pakan yang diberikan 10% dari bobot tubuh udang. Kalsium yang digunakan adalah kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Alat yang digunakan selama penelitian ini antara lain timbangan

anailitik, aerator, DO meter, thermometer, refraktometer, kertas grafik, serok, baskom kecil, kantong plastic, dan bak fiber.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, Rancangan Acak Lengkap 1 faktor 6 taraf perlakuan dan 3 kali ulangan sehingga menjadi 18 unit percobaan, dengan perlakuan sebagai berikut:

- P0: Tanpa diberi  $\text{CaCO}_3$
- P1: Dosis  $\text{CaCO}_3$  20 mg/L
- P2: Dosis  $\text{CaCO}_3$  35 mg/L
- P3: Dosis  $\text{CaCO}_3$  50 mg/L
- P4: Dosis  $\text{CaCO}_3$  65 mg/L
- P5: Dosis  $\text{CaCO}_3$  80 mg/L

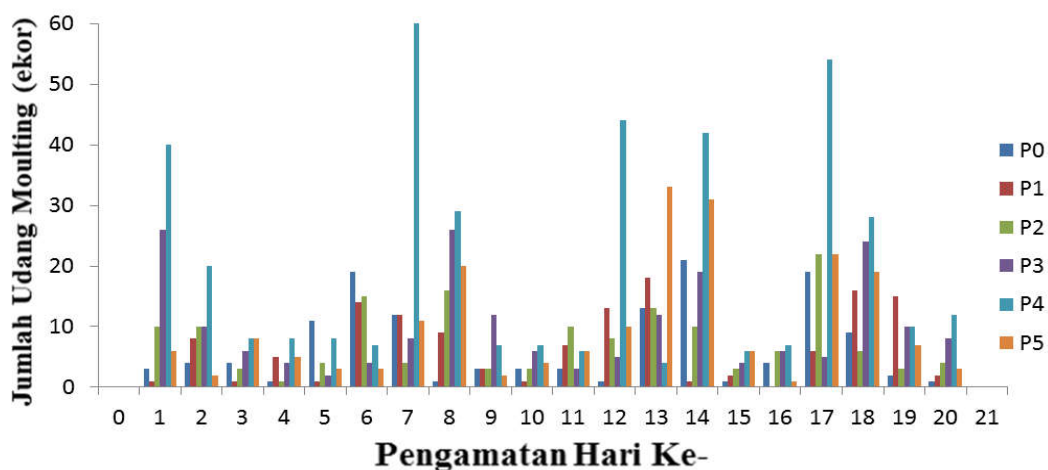
Data kualitas air yang diperoleh selama penelitian dimasukkan kedalam tabel. Selanjutnya untuk mengetahui dosis kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) terbaik untuk pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, kelangsungan hidup, dan laju pertumbuhan harian dilakukan uji Anava. Apabila  $p < 0,05$  maka ada pengaruh pemberian kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) terhadap kelulushidupan, pertumbuhan panjang, pertumbuhan bobot dan laju pertumbuhan mutlak udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*). Untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan dilakukan uji lanjut Newman-Keuls (Sudjana, 1991).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Intensitas *Moulting* Udang Vanamei

Selama 21 hari pemeliharaan udang perbedaan jumlah udang vanamei yang

*moulting* setiap hari selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Jumlah Udang Vanamei yang *Moulting* Setiap Hari Selama Penelitian

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa intensitas *moulting* udang vanamei tertinggi selama penelitian terjadi pada hari ke-7 yaitu sebanyak 62 ekor pada P<sub>4</sub>. Sedangkan pada P<sub>0</sub> intensitas tertinggi yaitu sebanyak 21 ekor pada hari ke-14. Pada P<sub>1</sub> intensitas tertinggi yaitu sebanyak

18 ekor pada hari ke-13. Pada P<sub>2</sub> intensitas tertinggi yaitu sebanyak 22 ekor pada hari ke-17. Pada P<sub>3</sub> intensitas tertinggi yaitu sebanyak 26 ekor pada hari ke-1 dan 8, namun diduga pada hari pertama udang yang *moulting* disebabkan udang stres saat

*handling*. Pada P<sub>5</sub> intensitas tertinggi yaitu sebanyak 33 ekor pada hari ke-13.

Jumlah udang vanamei yang mengalami *moulting* paling banyak terdapat pada P<sub>4</sub> yaitu sebanyak 408 individu dan paling sedikit terdapat pada P<sub>0</sub> dan P<sub>1</sub> yaitu sebanyak 135 individu. Semakin rendah dosis kalsium Karbonat yang diberikan maka jumlah udang yang *moulting* juga semakin sedikit. Namun, pada dosis tertinggi (P<sub>5</sub>) jumlah udang yang *moulting* juga ikut menurun.

Menurut Zaidy (2007), penggunaan kapur dengan dosis optimal mampu meningkatkan jumlah udang yang *moulting* dan mempertahankan kekerasan kulit udang. Kalsium berguna dalam pembentukan dan pengerasan kulit udang yang baru. Ketersediaan kalsium yang memadai akan membuat proses *moulting* udang akan berjalan cepat dan akan meningkatkan pertumbuhan udang. Karena setelah *moulting*, nafsu makan udang akan meningkat guna memuaskan nafsu makannya yang menurun sebelum *moulting*, sehingga pertumbuhan udang juga akan meningkat. Namun jika keberadaan kalsium di perairan tidak mencukupi maka proses pengerasan kulit udang yang baru akan berjalan lambat yang mana akan berpengaruh terhadap pertumbuhan udang atau bahkan udang yang kulit barunya belum sempurna akan mudah diserang oleh udang lain.

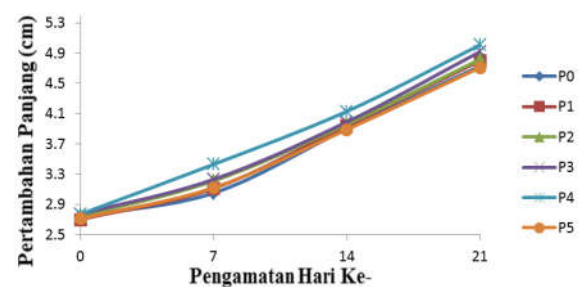
Aziz (2008) menyatakan bahwa, *moulting* adalah proses pergantian cangkang pada udang (crustacea) dan terjadi ketika ukuran daging udang bertambah besar sementara eksoskeleton tidak bertambah besar karena eksoskeleton bersifat kaku, sehingga untuk menyesuaikan keadaan ini udang akan

melepaskan eksoskeleton lama dan membentuk kembali dengan bantuan kalsium. Semakin baik pertumbuhannya semakin sering udang berganti cangkang. Dan menurut Adegboye (1981), kadar kalsium yang rendah akan menyulitkan untuk pembentukan cangkang. Sedangkan kadar kalsium yang tinggi juga menyulitkan proses homeostatis ion kalsium. Kondisi hipoionik atau hiperionik kalsium tubuh akan mempersulit keseimbangan ion kalsium tubuh dengan lingkungan sehingga energi untuk kelangsungan proses ini akan lebih besar. Oleh Karena itu, penggunaan energi untuk pertumbuhan akan terhambat.

### Pertumbuhan Panjang Udang Vanamei

Dari hasil pengukuran panjang udang vanamei selama penelitian diketahui bahwa pertambahan panjang tertinggi terdapat pada P<sub>4</sub> yaitu 2,26 cm sedangkan pertambahan panjang terendah terdapat pada P<sub>5</sub> yaitu 1,95 cm. Pertambahan panjang pada P<sub>5</sub> lebih rendah dibandingkan perlakuan lain,

Untuk lebih jelas data pertambahan panjang udang vanamei dapat dilihat pada Gambar 2.



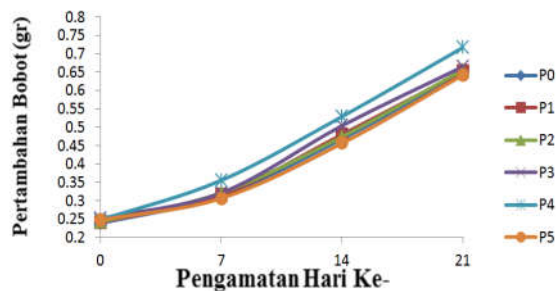
Gambar 2. Grafik Pertambahan Panjang Udang Vanamei Selama Penelitian.

Pertambahan panjang tubuh udang didukung oleh intensitas udang *moulting*, karena *moulting* merupakan proses pertumbuhan udang dan pertumbuhan

adalah penambahan bobot dan panjang udang. Seperti yang dikatakan Hartnoll dalam Kaligis (2005) bahwa pertumbuhan pada *crustacean* adalah penambahan panjang dan berat tubuh yang terjadi secara berkala sesaat setelah pergantian kulit (*moulting*).

### Pertumbuhan Bobot Udang Vanamei

Dari hasil pengukuran bobot udang vanamei selama penelitian diketahui bahwa penambahan bobot mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan P<sub>4</sub> yaitu sebesar 1,47 gr diikuti P<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>0</sub> dan yang terendah pada P<sub>5</sub> yaitu 0,40 gr. Untuk lebih jelasnya, penambahan bobot udang vanamei selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pertambahan Bobot Udang Vanamei Selama Penelitian

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan bobot udang pada setiap perlakuan. Pertumbuhan udang merupakan suatu proses perpaduan antara proses *moulting* dan peningkatan biomassa tubuh udang. Pertumbuhan udang ditentukan oleh tingkat konsumsi pakan. Pemberian pakan yang sesuai dengan kebutuhan udang akan meningkatkan bobot tubuh udang. Pakan yang masuk kedalam tubuh udang akan digunakan sebagai sumber energi untuk menggerakkan semua fungsi tubuh dan bahan untuk pembangunan biomassa tubuh (Zaidy, 2007).

### Laju Pertumbuhan Harian Udang Vanamei

Dari penelitian ini diketahui bahwa laju pertumbuhan harian tertinggi terdapat pada P<sub>4</sub> sebesar 2,24%, sedangkan laju pertumbuhan harian terendah ada pada P<sub>5</sub> yaitu 1,58% lebih rendah dibanding P<sub>0</sub> (tampa penambahan CaCO<sub>3</sub>) Hal ini terjadi diduga karena kandungan kalsium yang terlalu tinggi menyebabkan terganggunya pertumbuhan udang. Zaidy (2007) mengatakan bahwa, lingkungan yang ditambah kapur terlalu banyak membuat pertumbuhan udang terganggu karena udang akan membutuhkan energi lebih tinggi untuk metabolisme dan sisa energy digunakan untuk pertumbuhan. Dengan demikian, pemberian kapur dengan optimal dapat memberikan tingkat konsumsi pakan yang optimal juga sehingga laju pertumbuhan akan maksimal dan efisiensi pemanfaatan pakan yang cukup baik.

### Kelulushidupan Udang Vanamei

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan angka kelulushidupan udang vanamei tertinggi selama penelitian adalah pada P<sub>1</sub> yaitu sebesar 93% sedangkan kelulushidupan terendah adalah pada P<sub>5</sub> sebesar 85,7%. Kelulushidupan udang vanamei sangat dipengaruhi oleh molting karena tubuh udang akan sangat lemah setelah molting. Jika jumlah kalsium kurang di lingkungan pada saat *moulting* maka akan mengganggu proses pembentukan karapas baru udang. Pada saat *moulting* sifat kanibalisme udang meningkat, maka dari itu udang yang proses penyempurnaan pembentukan karapasnya terganggu akan mudah dimangsa oleh udang lainnya.

Menurut Adegboye (1981), sebelum dan sesudah ganti kulit

(*moulting*), udang melakukan *starvasi* (tidak makan) sehingga aktivitasnya sangat tergantung dari kandungan energi makanan yang ada di dalam jaringan. Selanjutnya Anggoro (1992) mengatakan bahwa, proses *moulting* yang tidak bersamaan diantara udang yang satu dengan lainnya cenderung menyebabkan terjadinya kanibalisme terhadap udang yang sedang *moulting* dan selanjutnya mengakibatkan kematian.

Dari seluruh parameter utama yang diukur selama penelitian menunjukkan perlakuan terbaik diperoleh pada P<sub>4</sub>. Hal

ini disebabkan dosis kalsium karbonat 65 mg/L merupakan dosis optimal yang dapat memacu peningkatan intensitas *moulting*, laju pertumbuhan harian (SGR), Panjang mutlak dan bobot mutlak udang vanamei. Berdasarkan hasil pengamatan selama 21 hari penelitian, pertumbuhan panjang dan bobot rata-rata udang vanamei menunjukkan adanya peningkatan antara perlakuan dengan penambahan kalsium karbonat dibandingkan tanpa penambahan kalsium. Hasil pengukuran parameter utama tersaji pada tabel 1.

Parameter	Perlakuan					
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>
<i>Moulting</i> (ekor)	5,0±6,6 <sup>a</sup>	45,0±12,1 <sup>a</sup>	50,7±6,5 <sup>a</sup>	66,7±11,7 <sup>a</sup>	136±28,2 <sup>b</sup>	67,3±11,6 <sup>a</sup>
Panjang Mutlak (cm)	2,05±0,06 <sup>a</sup>	2,03±0,03 <sup>a</sup>	2,05±0,08 <sup>a</sup>	2,04±0,08 <sup>a</sup>	2,26±0,05 <sup>b</sup>	1,95±0,07 <sup>a</sup>
Bobot Mutlak (g)	0,41±0,0 <sup>a</sup>	0,41±0,01 <sup>a</sup>	0,41±0,00 <sup>a</sup>	0,41±0,01 <sup>a</sup>	1,47±0,01 <sup>b</sup>	0,40±0,01 <sup>a</sup>
SGR (%)	1,96±0,04 <sup>a</sup>	1,95±0,05 <sup>a</sup>	1,97±0,02 <sup>a</sup>	1,97±0,05 <sup>a</sup>	2,24±0,04 <sup>b</sup>	1,58±0,49 <sup>a</sup>
Kelulushidupan (%)	90,3	93,0	89,3	89,7	87,7	85,7

Tabel 1. intensitas *moulting*, laju pertumbuhan harian (SGR), Panjang mutlak, bobot mutlak dan kelulushidupan udang vanamei

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa intensitas *moulting* berbeda nyata (P<0,05), laju pertumbuhan harian (SGR) berbeda nyata (P<0,05), Panjang mutlak berbeda nyata (P<0,05), bobot mutlak berbeda nyata (P<0,05) dan kelulushidupan udang vanamei tidak berbeda nyata (P>0,05).

### Kualitas Air

Selama penelitian parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, oksigen terlarut, pH, dan Amoniak. Hasil pengukuran dari masing-masing parameter kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Parameter	Minggu Ke-		
	1	2	3
pH	7,37-8,67	7,37-8,67	7,37-8,66
Suhu (°C)	30,1-32,7	30,1-32,7	30,6-32,6
DO (mg/L)	4,38-5,21	4,29-5,11	4,27-5,10
Amoniak (mg/L)	0,09-0,07	0,08-0,06	0,07-0,06
Salinitas (ppt)	18-16	17-16	18-16

Tabel 2. Parameter Kualitas Air Wadah Pemeliharaan Udang Vanamei Selama Penelitian

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa kisaran nilai pH adalah 7,37-8,67. Kisaran pH air ini tergolong baik karena pH air untuk budidaya udang vanamei menurut SNI yaitu 7,5-8,5. Haliman dan Adijaya (2005) mengatakan bahwa, pH air ideal untuk udang vanamei adalah antara 7,5-8,5. Keberadaan kalsium dalam air bereaksi dengan  $H^+$  akibatnya pH akan meningkat. Penambahan kalsium karbonat dapat menyebabkan kenaikan pada pH media pemeliharaan karena pengapuran bersifat menetralkan keasaman sehingga pH air akan meningkat setelah pemberian kapur (Boyd 1982).

Sedangkan kisaran suhu pada wadah pemeliharaan adalah 30,0 - 32,7°C. Kisaran suhu ini tergolong baik karena suhu air untuk budidaya udang vanamei menurut SNI yaitu 27-31°C. Rusmiyati (2010) mengatakan bahwa, suhu dapat mempengaruhi kondisi udang, terutama pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang serta suhu yang optimal untuk budidaya udang yaitu 28-30°C.

Untuk oksigen terlarut (DO) pada awal penelitian berkisar antara 4,38-5,21 mg/L dan pada akhir penelitian berkisar antara 4,27-5,10 mg/L. Kisaran oksigen terlarut pada wadah pemeliharaan masih tergolong baik karena DO air untuk budidaya udang vanamei menurut SNI yaitu  $\geq 4$  sedangkan Wibowo (2006) mengatakan bahwa kisaran oksigen terlarut optimal untuk udang vanamei adalah 4-8 mg/L.

Kandungan amoniak pada wadah penelitian menunjukkan penurunan selama penelitian, pada awal penelitian dengan kisaran 0,09-0,07 mg/L dan akhir penelitian dengan rata-rata 0,07-0,06 mg/L. Nilai amoniak selama penelitian masih tergolong baik karena menurut Anna (2010), kisaran kadar amoniak yang

dapat ditolerir adalah  $\leq 0,1$  mg/L. Peningkatan kadar amoniak pada wadah pemeliharaan udang vanamei berasal dari pakan dan buangan metabolik udang. Kadar amoniak pada wadah pemeliharaan udang berasal dari hasil ekskresi dan pakan yang tidak termakan oleh udang sehingga larut dalam air (Rusmiyati, 2010).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa penambahan kalsium karbonat dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh terhadap intensitas *moulting*, pertumbuhan panjang dan bobot dan laju pertumbuhan harian udang vanamei. Perlakuan dengan penambahan  $CaCO_3$  sebanyak 65 mg/L (P<sub>4</sub>) merupakan perlakuan terbaik dan memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan lainnya, dimana menghasilkan intensitas *moulting* sebanyak 408 individu, pertambahan panjang mutlak 2,26 cm, pertumbuhan bobot mutlak sebesar 1,47 gram, laju pertumbuhan harian (SGR) 2,24% namun tidak berpengaruh nyata terhadap kelulushidupan (SR). Sedangkan kualitas air wadah pemeliharaan selama penelitian masih tergolong baik untuk pemeliharaan udang vanamei.

Penelitian lanjutan lama waktu yang dibutuhkan udang vanamei untuk proses pengerasan cangkangnya kembali setelah *moulting* disarankan dengan menggunakan kalsium karbonat ( $CaCO_3$ ) ataupun kalsium lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adegboye, JD. 1981. *Calcium Homeostatic in The Crayfish*. In: Goldmann RC (Editor). PaPer

- From The 5<sup>th</sup> International Symposium on Freshwater Crayfish. Davis, California, U.S.A. 115-123 hlm.
- Anggoro, S. 1992. Efek Osmotik Berbagai Tingkat Salinitas Media Terhadap Daya Tetas Telur dan Vitalitas Larva Udang Windu, *Peneaus monodon* Fabricius. Disertasi. Fakultas Pascasarjana, IPB. Bogor. 127 hlm.
- Anna, S. 2010. Udang Vanname. Kanisius. Yogyakarta
- Argina. 2013. Produksi Udang Nasional. Institut Pertanian Bogor.
- Avenharju, T., 2007. *Food Intake, Growth and Social Interaction of Signal Crayfish, Pacifastacus leniusculus*. Academic dissertation in Fishery Science, Finish game and Fisheries Resereach Institute, Evo Game and Fisheries Resereach, Helsinki.
- Azis. 2008. Perangsangan Moulting Pasca larva Lobster Air Tawar Jenis Capit Merah (*Cherax Quadricarinatus*, Von Martens) dengan Perlakuan Suhu. Tesis. Program Studi Ilmu Perairan, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Bray WA, Lawrance AL, Leung J dan Trujillo R. 1994. The Effect Salinity on Growth and Survival of *Peneaus vannamei* with Observation and Interaction of IHHN Virus and Salinity. Aquaculture 122 : 133-145.
- Haliman, R.W dan S. D. Adijaya. 2005. Pembudidaya Dan Prospek Pasar Udang Putih Yang Tahan Penyakit Udang Vannamei. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kaligis EY. 2005. Pertumbuhan dan Sintasan Larva Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*) pada Media Alkalinitas Berbeda. Tesis. Sekolah Pacasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Kaligis. E,Y. Djokosetianto, R. Affandi. 2009. Pengaruh Penambahan Kalsium dan Salinitas Aklimasi Tehadap Peningkatan Sintasan Post larva Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*, Boon). Jurnal Kelautan Nasional Vol. 2. Hal. 101-108.
- Rusmiyati, S. 2012. Menjala Rupiah Budidaya Udang Vannamei. Pustaka Baru. Yogyakarta. 20-24 hlm.
- Sudjana, 1991. *Metode Statistik. Edisi V*. Tarsito. Bandung. 508 hlm.
- Tenriulo, A., S Tonnek., B. R. Tampangallo., A. F. Widodo., A. Parenrengi. 2010. Analisis Ekspresi Gen Antivirus PmAV pada Udang Windu (*Peneaus monodon*) yang ditantang dengan WSSV. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. 541. 6 hlm.
- Wibowo, H. 2006. Cara Memilih Benur Vaname Berkualitas. BBAP Situbondo.
- Zaidy AB. 2007. Pendayagunaan Kalsium Media Perairan dalam Proses Ganti Kulit dan Konsekuensinya bagi Pertumbuhan. Tesis. Sekolah Pacasarjana. Institut Pertanian Bogor.